

Verfahren zur Herstellung eines Formteils

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Formteils, insbesondere dentalen Objekts wie Kämpchen oder Brückengerüst, wobei das Formteil aus einem Rohling durch spanende Bearbeitung herausgearbeitet und die Bearbeitung mit Durchtrennen einer Verbindung zwischen dem Formteil und verbleibendem Rohling beendet wird.

Bei konventionellen Methoden zur Herstellung von künstlichen Zahnkronen bzw. Zahnbrücken wird nach der zahnärztlichen Präparation ein Abdruck des Kiefers angefertigt, um über Gipsabformung ein Positivmodell der Situation im Mund herzustellen. Auf ein entsprechendes so genanntes Meistermodell kann ein Grundgerüst in Wachs oder Kunststoff modelliert werden, um sodann z.B. durch Wachs ausschmelzverfahren oder Kopierfräsen ein Modell des Grundgerüsts in Metall auszuführen und gegebenenfalls mit Porzellan zu überbrennen.

Der EP-A-0 389 461 ist ein Verfahren zur Herstellung von Zahnkronen-Onlays zu entnehmen, wobei zunächst ein Abdruck der auszufüllenden Zahnkavität und sodann durch Kopierfräsen aus einem verdichteten oder vorgesinterten Rohling ein Körper hergestellt wird, der zur Herstellung des Onlays zu seiner Enddicke gesintert wird. Allerdings sind Zahnkronen und -brücken zu Onlays verschiedene Produkte, die zahnmedizinische Indikation ist eine andere. So werden Onlays in Kavitäten eingepasst und bzgl. der geometrischen Form stets konvex geformt. Demgegenüber werden Zahnkronen bzw. -brücken auf einen Zahnstumpf aufgepasst und haben die Form eines Kämpchens. Hierdurch bedingt ergeben sich dünn auslaufende Berandungen, die technologisch schwierig zu handhaben sind.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Aus der WO-A-199947065 ist ein Verfahren zur Herstellung von einem auf wenigstens einen vorpräparierten Zahnstumpf aufpassbaren künstlichen Zahnersatz aus gepresstem, feinem Keramikpulver bekannt, wobei unter Berücksichtigung der Schrumpfung die innere Oberfläche eines vollkeramischen Grundgerüsts aus biologisch verträglichem Material berechnet wird, indem die geometrischen Verhältnisse im Mund des Patienten abgetastet und digitalisiert, die Daten um einen die Sinterschrumpfung exakt kompensierenden Vergrößerungsfaktor in allen Richtungen linear vergrößert und sodann durch Materialabtrag aus einem Rohling ein Grundgerüst mit einer inneren und einer äußeren Oberfläche herausgearbeitet wird.

Ein entsprechendes Herstellungsverfahren beinhaltet eine Anstiftung des spanend zu bearbeitenden, also zu fräsenden bzw. zu schleifenden Formlings zumeist an dessen äußeren Flanken, wobei bei dentalen Objekten eine Anstiftung bukkal oder lingual, selten approximal erfolgt. Während der Bearbeitung wird der Formling durch die Anstiftung gehalten, um nach Beendigung grob abgetrennt und manuell so bearbeitet zu werden, dass die Wandstärke im betreffenden Bereich etwa der des übrigen Formlings, also bei einem dentalen Objekt die eines Kappchens oder Zahngerüsts aufweist. Bei weichen Werkstoffen ist die Nachbearbeitung mit einem erheblichen Risiko der Zerstörung verbunden, wohingegen bei harten Werkstoffen ein hoher Zeit- und Werkzeugaufwand erforderlich ist. Des Weiteren ist das Risiko gegeben, dass bei der Nachbearbeitung eine empfohlene Wandstärke unterschritten wird.

Nach der WO-A-200245615 wird z. B. eine Zahnbrücke aus einem Keramikrohling mittels eines Fräswerkzeuges hergestellt, die über Haltestege mit dem verbleibenden Rest des Rohlings verbunden ist.

Bei einem Verfahren zur Herstellung eines zahntechnischen Teils wie Zahnkrone wird ein Rohling stets bereichsweise in einer Einbettmasse fixiert, um von der Einbettmasse unbedecktem Bereich spanend zu bearbeiten (DE-A-199 30 564).

Alternative Verfahren zur Herstellung von dentalen Formteilen sehen anstelle einer äußeren Anstiftung einen entfernbaren Sockel vor, mittels dem der zu bearbeitende Formkörper fixiert wird.

Eine Anstiftung erübrigt sich auch bei dem sogenannten Tauchverfahren. Dabei wird durch Tauchen eines Zahnstumpfmodells in einen keramischen Schlicker eine Haftung zum Stumpf hergestellt, die einer äußeren Fräsbearbeitung standhält. Nachteilig sind jedoch die geringe Festigkeit der Schlickerkeramik sowie Probleme der Materialkonsistenzen und -lagerung.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren zuvor beschriebener Art so weiterzubilden, dass eine präzise Bearbeitung des Rohlings zur Herstellung eines Formteils, insbesondere dentalen Objekts wie Kappchens oder Brückengerüsts möglich ist, ohne dass eine aufwendige bzw. risikobehaftete Nachbearbeitung erforderlich ist. Auch soll ein einfaches Lösen des Formteils nach dessen Bearbeitung möglich sein.

Zur Lösung des Problems sieht die Erfindung im Wesentlichen vor, dass das Formteil aus dem Rohling derart herausgearbeitet wird, dass bei Fertigstellung von Außen- und Innenkontur des Formlings dieser mit dem Rohling über eine Verbindung in Form eines umlaufenden Stegs oder einer Durchbrechungen aufweisenden membranartigen Verbindung verbunden bleibt und dass anschließend die Verbindung durchtrennt wird.

Mit anderen Worten wird das Formteil aus dem Rohling derart herausgearbeitet, dass bei Fertigstellung von Außen- und Innenkontur des Formlings dieser mit dem Rohling weiterhin mit zumindest einer bereichsweise umlaufenden steg- oder membranartigen Verbindung verbunden bleibt, die anschließend durchtrennt wird.

Ist die Verbindung ein umlaufender Steg, erfolgt insbesondere ein Durchtrennen durch zirkuläres, d.h. umlaufendes Fräsen. Dabei sollte das Formteil derart bearbeitet werden, dass der umlaufende Steg am äußeren Rand des Formteils des dentalen Objekts verläuft. Bei einer Bearbeitung von zwei Seiten, nämlich von okklusal und von basal, befindet

sich der umlaufende Steg grundsätzlich im Bereich des größten Umfangs des Käppchens, in der Regel an oder nahe an dessen Rand.

Erfindungsgemäß wird ein spanendes Bearbeiten eines Formteils mit einer Strategie vorgeschlagen, bei der aus einem zum Beispiel vorgesinterten oder dichtgesinterten Keramikrohteil eine Bearbeitung durch insbesondere Schruppen und Schlichten von Innen- und Außenkontur dergestalt erfolgt, dass Außenbearbeitung des Formlings mit der Entfernung des umlaufenden Stegs, der auch als zirkulärer Rand zu bezeichnen ist, beendet wird, wodurch ein anschließendes Nachbearbeiten dem Grunde nach überflüssig wird.

Alternativ verbleibt das von der Außen- und Innenkontur fertiggestellte Formteil mit dem Rohling über eine membranartige umlaufende Verbindung verbunden, die Durchbrechungen aufweist, also perforiert ist, um sodann z.B. durch manuelle Krafteinwirkung oder durch Verwendung eines Werkzeugs wie eines Skalpells die Membran zu durchbrechen und das Formteil von dem Rohling zu lösen. Sodann bedarf es nur noch einer geringen Nacharbeit, um die Reste der Haltemembran zu entfernen.

Die Dicke der membranartigen Verbindung vor dem Durchbrechen dieser sollte vorzugsweise zwischen 50 µm und 500 µm liegen. Durch eine diesbezügliche Dimensionierung ist sichergestellt, dass das Formteil beim Lösen von dem Rohling nicht beschädigt werden kann.

Dadurch, dass eine Anstiftung im Sinne des vorbekannten Standes der Technik nicht abgetrennt werden muss, ergeben sich Ersparnisse bei der maschinellen Bearbeitung. Auch entfällt ein aufwendiges Nachbearbeiten mit dem Risiko, dass die Wandung im Bereich der Verbindung mit dem Rohling vorgegebene Werte unterschreitet. Vielmehr erfolgt erfindungsgemäß eine Risikominimierung bei der manuellen Nachbearbeitung, da bei einem umlaufenden Steg als Verbindung allein ein kurzes zirkuläres Verputzen des äußeren Formteilrands erfolgt, ohne dass es einer Bearbeitung der Wandung bedarf. Eine Automatisierung wird vereinfacht, auch ergibt sich eine einfache CAD-Modellierung. Bei einer Haltemembran als Verbindung können die verbliebenen Reste

der Haltemembran durch Schaben oder Fräsen mit einem Handwerkzeug entfernt werden.

Insbesondere ist vorgesehen, dass zur Ausbildung des Formteils zunächst ein Schruppen (Grobfräsen) der Außenseite und dann der Innenseite vorzugsweise mit meanderförmig verfahrbarem Fräswerkzeug erfolgt. Anschließend erfolgt ein Schlichten (Feinfräsen) der Außenkontur und sodann Innenkontur, wobei eine zirkuläre Strategie zu bevorzugen ist.

Zum Schluss kann ein Schlichten (Feinfräsen) der Innenseite bzw. Innenkontur erfolgen, um nach vollständiger Bearbeitung des Formteils die im äußeren Randbereich des Formteils noch verbleibende umlaufende Verbindung (Steg) durch zirkuläres Ausfräsen zu durchtrennen, indem das Fräswerkzeug in der Tiefe zugestellt wird.

Alternativ kann zum Schluss ein Schlichten (Feinfräsen) der Außenseite bzw. Außenkontur des Formteils durchgeführt werden, um die Haltemembran zu perforieren, also abschnittsweise zu entfernen. Schließlich wird das Formteil – auch Fräsobjekt zu nennen – aus dem Rohling manuell herausgelöst, nach dem dieser aus der Fräsmaschine entnommen ist. Erwähntermaßen werden sodann Reste der durchtrennten bzw. durchbrochenen Haltemembran z.B. durch Schaben oder Fräsen mit einem Handwerkzeug entfernt.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Rohlinge aus vorgesinterter Keramik wie Zirkonoxid und Aluminiumoxid aber auch dichtgesinterter Keramik entsprechender Materialien bearbeitet werden. Die umlaufende Verbindung zu dem Rohling ist vorteilhaft gegenüber der nach dem Stand der Technik benötigten punktuellen Anstiftung, die ein mit erheblichen Risiken verbundenes Nachbearbeiten des Formlings wie Käppchens oder Zahngerüsts erforderlich macht.

Die membranartige perforierte Verbindung zwischen dem Formteil und dem Rohling zeigt den Vorteil, dass zum einen ein einfaches, nicht zu Beschädigungen führendes

Entfernen bzw. Herauslösen des Formteils aus dem Rohling möglich ist und zum andern nur geringe Nacharbeiten an dem Formteil selbst erforderlich werden.

Durch die erfindungsgemäße Lehre ergeben sich Vorteile insbesondere in folgender Hinsicht.

- Es ist eine Vereinfachung der CAD-Konstruktion z. B. eines Kämpchens oder eines Brückengerüsts, Implantataufbaus oder einer Krone bzw. Primärkrone gegeben, da eine Anstiftung nicht modelliert werden muss.
- Es erfolgt eine exakte Herstellbarkeit der Außenkontur eines Kämpchens, Brückengerüsts, Implantataufbaus oder einer Krone bzw. Primärkrone.
- Durch Minimierung der erforderlichen manuellen Nachbearbeitung ergibt sich eine Zeitersparnis.
- Eine Verbesserung des Fräsergebnisses ist durch gleichmäßigere zirkuläre Fräsbahnen auf der Außenseite möglich.
- Der Berechnungsvorgang bei der NC-Programmerstellung kann beschleunigt werden.
- Die Automatisierung wird vereinfacht.
- Durch die perforierte membranartige Verbindung zwischen dem Formteil (Kämpchen, Brückengerüst, Implantataufbau, Krone oder Primärkrone) ist das Risiko vermieden, das im Bereich der Verbindung zum Rohling minimale erforderliche Wandstärken unterschritten werden.
- Bei einer Verbindung in Form des umlaufenden Stegs bzw. zirkulären Rands kann das von dem Rohling gelöste Objekt unmittelbar von einer gepolsterten

Aufnahme aufgefangen werden, ohne dass die Gefahr eines vorherigen Wegklappens des Formlings zu dem Rohling hin besteht.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines nach dem Stand der Technik bearbeiteten Käppchens,
- Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Prinzipdarstellung eines nach der erfindungsgemäßen Lehre bearbeiteten Käppchens,
- Fig. 3 eine der Fig. 1 entsprechende Prinzipdarstellung eines weiteren nach der erfindungsgemäßen Lehre bearbeiteten Käppchens und
- Fig. 4 eine Draufsicht auf das Käppchen gemäß Fig. 3.

In Fig. 1 ist ein aus einem Rohling 10 herausgearbeitetes Käppchen 12 dargestellt, das z.B. nach der Lehre der WO-A-199947065 hergestellt sein kann. Mit anderen Worten wird in einer Produktionstechnik nach dem CAM-Verfahren aus dem Rohling 10 das Käppchen 12 mit einer inneren Fläche 14 oder Innenkontur und einer äußeren Fläche 16 oder Außenkontur durch Fräsen herausgearbeitet.

Hierzu wird zuvor ein Positivmodell abgetastet und digitalisiert. Die so gewonnenen Daten werden sodann einer Werkzeugmaschine wie Fräswerkzeug zugeführt, um das Käppchen 12 aus dem Rohling 10 herauszuarbeiten.

Nach dem durch die Fig. 1 verdeutlichten Stand der Technik bleibt das Käppchen 12 mit dem Rohling 10 über eine von einer äußeren Flanke (z. B. bukkal oder lingual) ausgehenden Anstiftung 20 verbunden (siehe z.B. auch Fig. 7, 9, 10 der WO-A-200245614), die nach der Bearbeitung der Innenfläche 14 und der Außenfläche 16 durch Abstrahlen entfernt wird. Auf Grund der Stärke der Anstiftung 20 kann der Nachteil auftreten, dass das Käppchen 12 vor dem endgültigen Durchtrennen der Anstiftung 20 wegkippt, also in Richtung des Rohlings 10 verschwenkt, so dass bei dünnwandigen Teilen die Gefahr einer Beschädigung erwächst. Nach dem Durchtrennen der Anstiftung ist in der Regel eine erhebliche manuelle Nachbearbeitung erforderlich, um die Wandstärke des Käppchens 12 im Bereich der zuvorigen Anstiftung an die übrige Wandstärke anzupassen.

Bei weichen bzw. spröden Werkstoffen besteht dabei das Risiko, dass die Wandung durchbricht bzw. dass Mindestwandstärken unterschritten werden.

Erfindungsgemäß kann ein Formteil – im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ein Käppchen 24 – aus einem Rohling 26 nach einem geeigneten CAD/CAM-System hergestellt werden, wobei das Käppchen 24 nach vollständiger Bearbeitung von Innenkontur 28 und Außenkontur 30 über einen umlaufenden, also zirkulären Rand oder Steg 32 mit dem Rohling 26 verbunden bleibt. Dabei erstreckt sich der umlaufende Steg 32 im äußeren Randbereich des Käppchens 24 selbst. Nach der Beendigung der Bearbeitung der Innen- und Außenkontur 28, 30 erfolgt durch zirkuläres Fräsen mit einem Werkzeug 34 ein Durchtrennen des umlaufenden Stegs 32, wobei das Werkzeug 34 in der Tiefe zugestellt wird.

Dadurch, dass durch einen sehr schmalen Steg das Käppchen 24 mit dem verbliebenen Rohling 26 verbunden ist, kann ein Ausfräsen des umlaufenden Stegs 32 derart erfolgen, dass das Käppchen 24 quasi ohne Positionsänderung senkrecht herabfällt und von einer gepolsterten Aufnahme aufgefangen werden kann. Eine Nachbearbeitung im Trennbereich, also im äußeren Rand, ist nur minimal erforderlich, ohne dass die Gefahr eines Bruchs oder die Möglichkeit, dass unzulässig dünne Wandstärken entstehen, gegeben ist.

Um das Käppchen 24 aus dem Rohling 26 herauszuarbeiten, ist bevorzugterweise folgende Frässtrategie gegeben: zunächst erfolgt ein Schrappen, also Grobfräsen, von Außen- und Innenfläche bei mäanderförmiger Bewegung des Werkzeugs. Anschließend werden Außen- und Innenbereich in zirkulärer Strategie geschlichtet, d. h., durch Feinfräsen bearbeitet.

Bei den entsprechenden Schritten kann eine Dreiachsfräsbearbeitung mit zusätzlicher Wendemöglichkeit des Rohlings 26 zur Anwendung gelangen. Vor Durchtrennen des umlaufenden Stegs 32 erfolgt ein Schlichten der Innenseite bzw. -fläche 28 des Käppchens 24. Dabei wird zunächst die Kavität bearbeitet und sodann der umlaufende Steg bzw. Rand 32 durch zirkuläres Fräsen durchtrennt.

Erwähntermaßen bedarf es nur einer geringen manuellen Bearbeitung zum Entfernen von Stegresten, wodurch eine Risikominimierung erfolgt. Weitere Vorteile sind einfachere CAD-Modellierung, kürzere Fräsbahnberechnung, einfache Automatisierung. Ferner ist das fertige Formteil weitergehend fertiggestellt als eines mit Anstiftungsrest und damit höherwertig.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 wird ebenfalls rein beispielhaft ein Käppchen 124 aus einem Rohling 126 nach einem geeigneten CAD-CAM-Verfahren hergestellt, wobei das Käppchen 124 nach vollständiger Bearbeitung von Außenkontur 128 und Innenkontur 130 über eine umlaufende, also zirkuläre Membran 132 mit dem Rohling 126 verbunden ist, und zwar insbesondere im äußeren Randbereich und vorzugsweise im Bereich größten Umfangs des Käppchens 124. Dabei ist die Membran 132 perforiert. Im Ausführungsbeispiel sind insgesamt drei entlang eines Bogens verlaufende schlitzförmige Durchbrechungen 133, 134, 136 vorgesehen.

Um das Käppchen 124 aus dem Rohling 126 herauszuarbeiten, wird der Rohling 126 vorzugsweise einer Drei-Achs-Fräsbearbeitung unterzogen, wobei eine zusätzliche

Wendeachse für den Rohling 126 vorgesehen ist. Hierzu kann der Rohling 126 in einen nicht dargestellten Rahmen eingespannt werden.

Als Frässtrategie ist vorgesehen, dass ein Grobfräsen (Schruppen) von außen und von innen erfolgt, wobei eine mäanderförmige Strategie verfolgt wird. Anschließend erfolgt ein Feinfräsen (Schlichten) der Außenfläche und der Innenfläche, wobei eine zirkuläre Strategie bevorzugt wird. Nach vollständiger Bearbeitung der Innenkontur 130, also Kavität 138 des Käppchens 124 wird die zwischen dem Rohling 126 und dem ausgebildeten Käppchen 124 verbliebene Haltemembran 132 perforiert, indem die einem Bogen folgenden Durchbrechungen 133, 134, 136 ausgebildet werden. Dies kann gleichfalls durch Fräsen erfolgen. Die Länge der zwischen den Durchbrechungen 133, 134, 136 verbleibenden Stege 140, 142, 144 sollte bevorzugterweise $1/5$ bis $1/20$ der Länge der Durchbrechungen 133, 134, 136, betragen. Andere Dimensionierungen oder eine andere Anzahl von Durchbrechungen zur Bildung der perforierten Haltemembran 132 sind gleichfalls möglich.

Unabhängig hiervon sollten die Haltemembran 132, also die Stege 140, 142, 144 eine Dicke von vorzugsweise $50\text{ }\mu\text{m}$ bis $500\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen. Sodann wird der Rohling 126 aus dem Werkzeug, d. h. der Fräsmaschine entfernt, um das Käppchen 124 herauszutrennen. Dies kann manuell erfolgen oder durch ein messerartiges Werkzeug wie Skalpell. Schließlich werden die an der Außenseite des Käppchens 124 verbliebenen Reste der Haltemembran 132 zum Beispiel durch Schaben oder Fräsen mit einem Handwerkzeug entfernt.

Auf Grund der erfindungsgemäßen Lehre bedarf es nur einer geringen manuellen Nachbearbeitung zum Entfernen von Membranresten, wodurch eine Risikominimierung erfolgt. Weitere Vorteile sind in einer einfacheren CAD-Modellierung, kürzeren Fräsbahnberechnung und einfachen Automatisierung zu sehen. Ferner ist das Formteil weitergehend fertiggestellt als ein solches mit einem Steg und damit höherwertig.

Ist die Erfindung an Hand eines Käppchens als Ausführungsbeispiel erläutert worden, so ist die erfindungsgemäße Lehre auch zur Herstellung folgender Formteile geeignet: Brückengerüste, Kronen, Primärkronen und Inlays, Teilkronen und Implantataufbauten.

Aber nicht nur zur Herstellung dentaler Objekte ist die erfindungsgemäße Lehre bestimmt. Vielmehr können nach dieser auch sonstige insbesondere in der Technik einsetzbare Teile hergestellt werden. Beispielhaft sind rohrförmige Teile aus Zirkonoxid zu nennen, die z. B. als Reduzierhülsen in der Vakuumtechnik, als Röhrchen in der Medizin, als Lagersitz im Maschinenbau oder als Isolatoren in der Elektrotechnik/Elektronik einsetzbar sind.

Dabei werden entsprechende oder ähnliche Frässtrategien und entsprechende Ausbildungen eines Stegs bzw. einer Haltemembran vorgenommen.

Patentansprüche

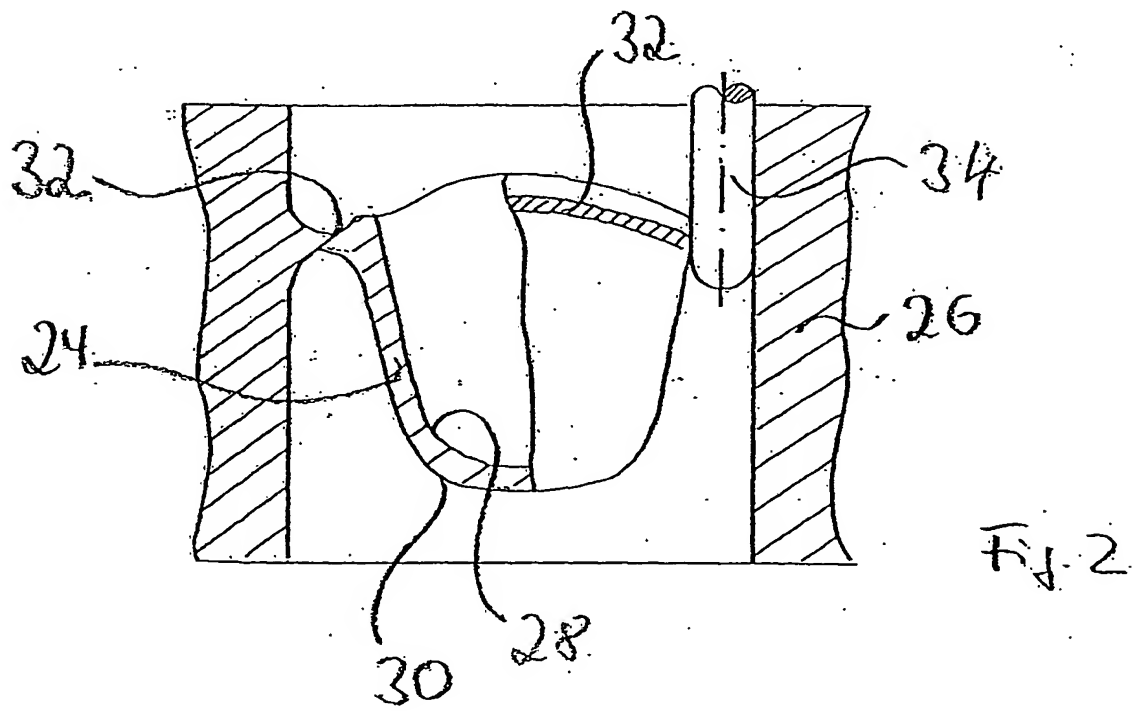
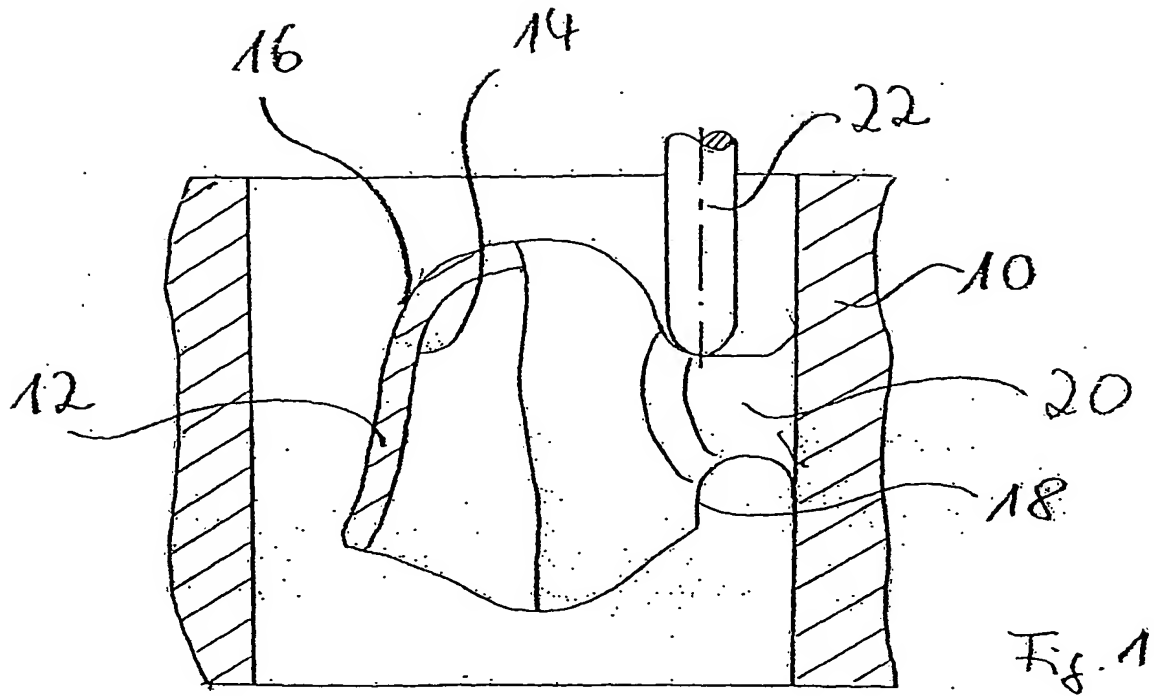
Verfahren zur Herstellung eines Formteils

1. Verfahren zur Herstellung eines Formteils (24, 124), insbesondere dentalen Objekts wie Kappchen oder Brückengerüst, wobei das Formteil aus einem Rohling (26, 126) durch spanende Bearbeitung herausgearbeitet und die Bearbeitung mit Durchtrennen einer Verbindung (32, 132) zwischen dem Formteil und verbleibendem Rohling beendet wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Formteil aus dem Rohling (26, 126) derart herausgearbeitet wird, dass bei Fertigstellung von Außen- und Innenkontur (28, 30, 128, 130) des Formlings dieser mit dem Rohling über eine Verbindung in Form eines umlaufenden Stegs (32) oder einer Durchbrechungen aufweisenden membranartigen Verbindung verbunden bleibt und dass anschließend die Verbindung (132) durchtrennt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der umlaufende Steg (32) durch zirkuläres (umlaufendes) Fräsen durchtrennt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die membranartige Verbindung (132) durch manuelle Druckeinwirkung auf den Formling (124) zerstört wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass die membranartige Verbindung (132) mit einem messerartigen Werkzeug wie Skalpell durchtrennt wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass die membranartige Verbindung (132) bzw. der umlaufende Steg (32) im äußeren Randbereich und insbesondere im Bereich größten Umfangs des Formteils (124) ausgebildet wird.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass zur Herstellung des Formteils (24, 124) zunächst Außenkontur (28, 128) und sodann Innenkontur (30, 130) oder alternativ zunächst Innenkontur und sodann Außenkontur bearbeitet werden.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass zur Herstellung des Formteils (24, 124) zunächst ein Grobfräsen insbesondere mit mäanderförmiger Strategie und sodann ein Feinfräsen insbesondere mit zirkulärer Strategie erfolgt.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass vor Durchtrennen der Verbindung ein Schlichten der Innenkontur (28, 128) und/oder Außenkontur (30, 130) erfolgt.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
da durch gekennzeichnet,
dass unmittelbar vor Durchtrennen der Verbindung (32, 132) die Kavität des Formteils (24, 124) durch Feinfräsen bearbeitet wird.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das von dem Rohling (26, 126) abgetrennte Formteil (24, 124) im Bereich der entfernten Verbindung (32, 132) zirkulär verputzt wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Durchtrennen des umlaufenden Stegs (32) das Formteil (24) von einer gepolsterten Aufnahme in einer Position aufgefangen wird, die Position oder in etwa Position des Formteils in dem Rohling (26) entspricht.
12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zunächst Kavität des Formteils (124) und sodann die membranartige Verbindung (132) zum Ausbilden der Durchbrechungen (133, 134, 136) bearbeitet werden.
13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Herauslösen des Formteils (24, 124) an diesem verbliebene Reste durch manuelles Bearbeiten durch z. B. Schaben und/oder Fräsen entfernt werden.
14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchbrechung (133, 134, 136) als Schlitz ausgebildet wird.
15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbindung (132) derart bearbeitet wird, dass in dieser vorzugsweise drei langgestreckte und einem Bogenabschnitt oder bogenartigem Abschnitt folgenden Durchbrechungen (133, 134, 136) ausgebildet werden.

16. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die membranartige Verbindung (132) derart bearbeitet wird, dass im peripheren Bereich des Formteils sich Länge L_D der Durchbrechungen (133, 134, 136) zur Länge L_V der diese unterteilenden Verbindungen zwischen dem Formteil und dem Rohling sich verhalten wie $1 : 20 \leq L_V : L_D \leq 1 : 5$.
17. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Rohling schwenkbar gelagert und mittels entlang drei Achsen bewegbaren Fräswerkzeugs bearbeitet wird.
18. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Rohling (26, 126) ein solcher aus einem vorgesinterten Keramikmaterial wie Zirkonoxid oder Aluminiumoxid verwendet wird.
19. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Rohling (26, 126) ein solcher aus einem dichtgesinterten Keramikmaterial wie Zirkonoxid oder Aluminiumoxid verwendet wird.



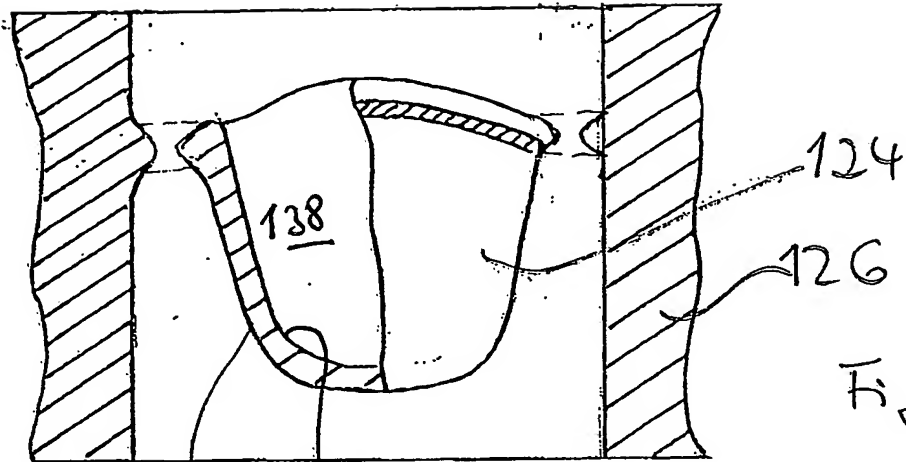


Fig. 3

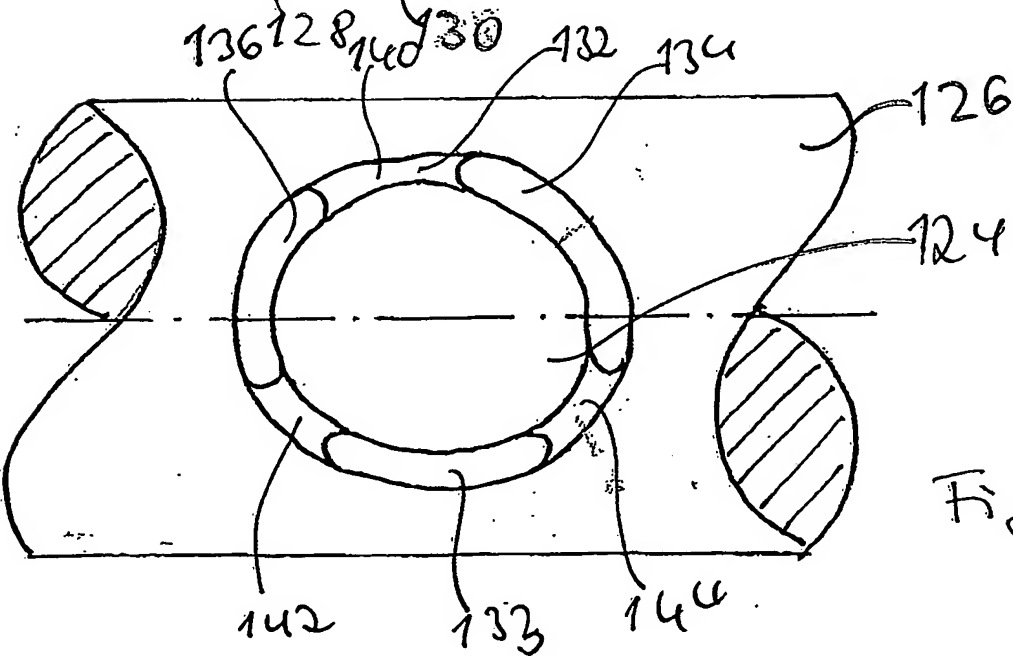


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61C13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 A61C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/45614 A (EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH NICHTMETALLISCHE WERKSTOFF) 13 June 2002 (2002-06-13) cited in the application	1,2,5, 7-11,13, 17-19
Y	page 2, line 3 - line 29 page 4, line 13 - line 16 page 9, line 30 - page 10, line 15 claims 3,13	6
Y	DE 199 30 564 A (KALTENBACH & VOIGT) 19 October 2000 (2000-10-19) cited in the application figures 2-6	6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2005

Date of mailing of the international search report

04/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raybould, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/013359

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0245614	A	13-06-2002	AU 2335802 A	18-06-2002
			AU 2002223358 B2	28-10-2004
			BR 0115981 A	06-01-2004
			CA 2427729 A1	02-05-2003
			WO 0245614 A1	13-06-2002
			CN 1479593 A	03-03-2004
			EP 1339345 A1	03-09-2003
			JP 2005501571 T	20-01-2005
			MX PA03004709 A	04-05-2004
			NO 20031955 A	02-06-2003
			US 2004072121 A1	15-04-2004
DE 19930564	A	19-10-2000	DE 19930564 A1	19-10-2000
			AT 263518 T	15-04-2004
			DE 50005966 D1	13-05-2004
			WO 0062705 A1	26-10-2000
			EP 1087720 A1	04-04-2001
			ES 2216871 T3	01-11-2004
			JP 3621046 B2	16-02-2005
			JP 2002541908 T	10-12-2002
			US 2003031977 A1	13-02-2003
			US 2002125619 A1	12-09-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013359

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61C13/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/45614 A (EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH NICHTMETALLISCHE WERKSTOFF) 13. Juni 2002 (2002-06-13) in der Anmeldung erwähnt	1,2,5, 7-11,13, 17-19
Y	Seite 2, Zeile 3 - Zeile 29 Seite 4, Zeile 13 - Zeile 16 Seite 9, Zeile 30 - Seite 10, Zeile 15 Ansprüche 3,13	6
Y	DE 199 30 564 A (KALTENBACH & VOIGT) 19. Oktober 2000 (2000-10-19) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 2-6	6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Raybould, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013359

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0245614 A	13-06-2002	AU 2335802 A	18-06-2002
		AU 2002223358 B2	28-10-2004
		BR 0115981 A	06-01-2004
		CA 2427729 A1	02-05-2003
		WO 0245614 A1	13-06-2002
		CN 1479593 A	03-03-2004
		EP 1339345 A1	03-09-2003
		JP 2005501571 T	20-01-2005
		MX PA03004709 A	04-05-2004
		NO 20031955 A	02-06-2003
		US 2004072121 A1	15-04-2004
DE 19930564 A	19-10-2000	DE 19930564 A1	19-10-2000
		AT 263518 T	15-04-2004
		DE 50005966 D1	13-05-2004
		WO 0062705 A1	26-10-2000
		EP 1087720 A1	04-04-2001
		ES 2216871 T3	01-11-2004
		JP 3621046 B2	16-02-2005
		JP 2002541908 T	10-12-2002
		US 2003031977 A1	13-02-2003
		US 2002125619 A1	12-09-2002